

$v_0 = 65$  м/с, кратность отпечатка  $N = 2$ ) и расхождение составляет в пределах 8,5 ... 14,3 %.

Таким образом, хорошая сходимость результатов расчетного и экспериментального значений глубины наклепа  $h_N$  подтверждает адекватность модели контактного взаимодействия при дробеударном упрочнении и приемлемость метода расчета глубины наклепа, основанного на энергетических соотношениях. Данные расчета параметра упрочненного слоя могут быть использованы на этапе проектирования технологических процессов изготовления деталей рабочих органов машин и служат основой для прогнозной оценки эксплуатационной надежности и долговечности изделий машиностроения.

Список использованных источников

1. Одинцов, Л. Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием. – М.: Машиностроение, 1987. – 328 с.
2. Джураев, А. Д., Шин, И. Г. О коэффициенте восстановления скорости при ударе твердой сферической частицы о плоскую металлическую преграду // Изв. вузов. Техн.науки. – Ташкент, 1995. – № 1-4. – С. 121–129.

УДК 621.787

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННОГО УПРОЧНЕНИЯ ПРИ ДРОБЕУДАРНОЙ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

*Муминов М.Р.<sup>1</sup>, PhD, Касимов Б.М.<sup>2</sup>, асс.*

<sup>1</sup>АО “Paxtasanoat ilmiy markazi”, г.Ташкент, Республика Узбекистан,

<sup>2</sup>Андижанский машиностроительный институт,  
г.Андижан, Республика Узбекистан

Реферат. Методом измерения микротвердости исследовано деформационное упрочнение при дробеударной обработке зубьев пыльного диска из углеродистой стали У8Г. Установлено, что параметры упрочнения - глубина и степень наклепа зависят от режимных параметров обработки: скорости и диаметра дроби. С увеличением диаметра дроби от 0,3 до 0,6 мм глубина наклепа возрастает в пределах 0,15...0,225 мм. Достигнуто повышение работоспособности пыльных дисков с упрочненным поверхностным слоем зубьев.

Ключевые слова: деформационное упрочнение (наклеп), глубина и степень наклепа, микротвердость, диаметр и скорость дроби, пыльный диск.

Эффективным методом поверхностного пластического деформирования деталей рабочих органов технологических машин является отделочно-упрочняющая обработка, реализующая, в частности, в виде дробеударной обработки (дробеструйная и дробеметная). При этом можно достичь существенного увеличения эксплуатационных характеристик и несущей способности деталей машин: усталостная прочность, долговечность, износостойкость и др. Повышение этих характеристик связано с состоянием качества поверхностного слоя деталей после окончательной обработки, которое оценивается рядом важнейших параметров: глубина и степень наклепа, остаточные напряжения [1], шероховатость поверхности.

При эксплуатационных нагрузках в большинстве случаев разрушение деталей машин начинается с ее поверхности, воспринимающей наибольшие контактные и тепловые нагрузки, ведущие к разрушительным процессам в виде абразивного и усталостного износа, микротрещин с переходом в магистральную трещину. Интенсивность развития этих признаков разрушения деталей можно значительно уменьшить, если подвергнуть их рабочие поверхности отделочно-упрочняющей обработке пластическим деформированием различными рабочими телами. Так, перспективным направлением повышения износостойкости самой массовой и ответственной детали волокноотделительной машины джина является пыльный диск с рабочим элементом в виде зуба с передним углом  $40^\circ$  и углом заострения  $20^\circ$ . При этом пыльный диск характеризуется следующими параметрами: диаметр 320 мм, толщина 0,95 мм, число зубьев 280. Материал – углеродистая сталь У8Г или пружинная сталь 65Г.

Учитывая невысокую долговечность пыльных дисков для джинов, составляющую 72 часа по техническому регламенту, большую научно-практическую значимость приобретает для увеличения их эксплуатационной надежности отделочно-упрочняющая обработка боковых поверхностей зубьев потоком дробы (микрошариков), направляемым дробеметным колесом установки. В результате такой обработки происходит деформационное упрочнение через повышение микротвердости поверхностного слоя.

Эффект деформационного упрочнения (наклепа) количественно оценивают через глубину  $h_n$  и степень наклепа  $U$ , а также градиентом наклепа  $U_{cp}$  (интенсивность наклепа по глубине поверхностного слоя) [2]. Микротвердость  $H_\mu$  определяли экспериментально на образцах – наклонных микрошлифах зубьев, вырезанных из пыльных дисков. Замер микротвердости производили на приборе ПМ-3 с нагрузкой на алмазную пирамиду 0,98Н. Из-за небольших величин вдавливающих нагрузок отпечаток характеризуется малыми размерами (диагональ  $d$  отпечатка измеряется в мкм). Для индентора в виде квадратной пирамиды с углом при вершине  $136^\circ$  глубина отпечатка составляет  $h=d/7$ .

Микротвердость определяется, как и по Виккерсу, делением нагрузки  $P$  на площадь  $F_{отп}$  поверхности отпечатка с диагональю  $d$ :

$$H_\mu = \frac{P}{F_{отп}} = 2 \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \frac{P}{d^2} = 1,854 \frac{P}{d^2},$$

где  $P$  – нагрузка на индентор;  $\alpha$  – угол при вершине алмазной пирамиды.

Результаты экспериментального исследования микротвердости поверхностного слоя образцов из стали У8Г показали, что глубина и степень наклепа возрастают с увеличением времени обдувки дробью. Так, с увеличением времени обработки дробью от  $t=1$  до 4 мин степень  $U$  и глубина упрочнения  $h_n$  соответственно возрастают на 9,8 % и 0,06 мм при исходной микротвердости поверхностного слоя  $H_\mu = 3440$  МПа. При дальнейшем увеличении времени обработки происходит перенаклеп - снижение твердости поверхностного слоя из-за охрупчивания.

При увеличении диаметра дробы от  $D=0,3$  до 0,6 мм при обработке зубьев джиновых пил наблюдается рост глубины наклепа в пределах  $h_n=0,15...0,225$  мм в связи с интенсификацией процесса пластической деформации металла из-за увеличения кинетической энергии деформирующих частиц.

Как и следовало ожидать, повышение скорости полета дробинок приводит к увеличению глубины наклепа и интенсивности деформации вследствие возрастания кинетической энергии и усиления процесса пластической деформации поверхностного слоя. При увеличении скорости дробы от  $V = 20$  до 50 м/с глубина наклепа  $h_n$  монотонно возрастает от 0,18 до 0,28 мм, а степень деформационного упрочнения составляет максимальное значение  $U = 38,5$  % при  $V = 50$  м/с. Причем данная закономерность имеет место для всех значений диаметра микрошарика  $D=0,3...0,6$  мм. При  $V = 30$  м/с и  $D = 0,6$  мм степень упрочнения  $U = 33,4$ % достигается при  $t = 1$  мин.

Рост микротвердости  $H_\mu$  и степени упрочнения  $U$ , а также глубины наклепа  $h_n$  поверхностного слоя создают высокое качество и надлежащее состояние поверхностного слоя зубьев пыльного диска для увеличения их сопротивляемости абразивному износу и усталостному разрушению. Как показали сравнительные испытания работоспособности джиновых пил, упрочненные зубья при переменном режиме дробеметной обработки имеют повышенную (в 3 раза) стойкость по сравнению с неупрочненными зубьями пыльных дисков.

#### Список использованных источников

1. Шин, И. Г. Интенсивность остаточных напряжений при поверхностном пластическом деформировании деталей машин // Упрочняющие технологии и покрытия. – Москва, 2010. № 2.– С. 10–13.
2. Суслов, А. Г. Качество поверхностного слоя деталей машин. – М.: Машиностроение, 2000. – 320 с.